

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-312398

(P2000-312398A)

(43)公開日 平成12年11月7日(2000.11.7)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 R 17/00		H 0 4 R 17/00	5 D 0 0 4
G 1 0 K 9/122		G 1 0 K 9/12	1 0 1 D
			1 0 1 A
			1 0 1 C
			1 0 1 G
審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)			

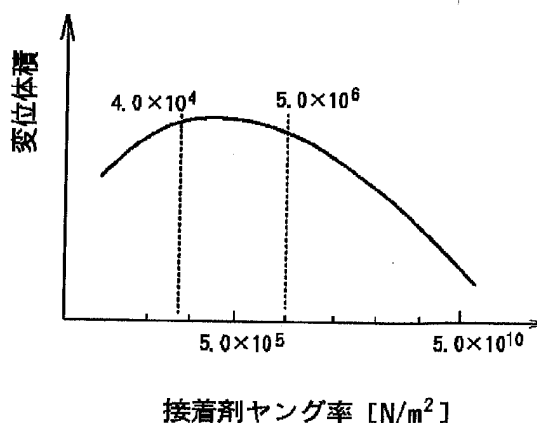
(21)出願番号	特願平11-293205	(71)出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(22)出願日	平成11年10月15日(1999.10.15)	(72)発明者	岸本 健嗣 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(31)優先権主張番号	特願平11-42587	(72)発明者	竹島 哲夫 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(32)優先日	平成11年2月22日(1999.2.22)	(74)代理人	100085497 弁理士 筒井 秀隆
(33)優先権主張国	日本 (J P)	Fターム(参考)	5D004 AA01 AA09 BB01 CC04 DD01 DD02 DD07 FF05

(54)【発明の名称】 電気音響変換器

(57)【要約】

【課題】高い音圧を有する電気音響変換器を得る。

【解決手段】長方形の金属板3の片面に、表裏面に電極2a、2bを有する長方形の圧電板2の片面電極2bを接着して振動板1を構成し、振動板1の短辺側の2辺を支持体10の支持部11に接着剤4で固定し、振動板1の長辺側の2辺と支持体11との隙間δを弾性封止剤5で封止する。金属板3と圧電板2の他面電極2aとの間に所定の電気信号を入力することにより、振動板1をその短辺側の2辺を支点として長さ方向ベンディングモードで屈曲振動させる。接着剤4の硬化後のヤング率を $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ とし、弾性封止剤の硬化後のヤング率を $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下とすることで、大きな音圧を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】長方形の金属板の少なくとも片面に、表裏面に電極を有する長方形の圧電板の片面電極を接着して構成された振動板と、上記振動板の短辺側の2辺を支持する支持部を有する支持体とを備え、上記振動板の短辺側の2辺が上記支持部に対して硬化後のヤング率が $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ の接着剤で固定されるとともに、振動板の長辺側の2辺と支持体との隙間が弾性封止剤で封止され、上記金属板と圧電板の他面電極との間に所定の電気信号を入力することにより、振動板をその短辺側の2辺を支点として長さ方向ベンディングモードで屈曲振動させるようにした電気音響変換器。

【請求項2】上記弾性封止剤の硬化後のヤング率は $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の電気音響変換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電受話器、圧電サウナ、圧電スピーカ、圧電プザーなどの電気音響変換器、特に圧電振動板の支持方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、携帯電話機などにおいて、圧電受話器として電気音響変換器が広く用いられている。この種の電気音響変換器は、例えば特開平7-107593号公報、特開平7-203590号公報に記載のように、円形の圧電セラミック板の片面電極に円形の金属板を貼り付けてユニモルフ型振動板を構成し、この振動板の周縁部を円形のケースの中に支持し、ケースの開口部をカバーで閉鎖した構造のものが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の電気音響変換器の場合、振動板の形状が円形であり、しかもその周囲全周が拘束されているため、図1の(a)のように、最大変位点Pが中心点だけになり、変位体積が小さい。この変位体積は空気を動かすエネルギーとなるので、入力エネルギーのわりに音圧が低いという問題がある。

【0004】そこで、本発明の目的は、高い音圧レベルを有する電気音響変換器を得ることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、長方形の金属板の少なくとも片面に、表裏面に電極を有する長方形の圧電板の片面電極を接着して構成された振動板と、上記振動板の短辺側の2辺を支持する支持部を有する支持体とを備え、上記振動板の短辺側の2辺が上記支持部に対して硬化後のヤング率が $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ の接着剤で固定されるとともに、振動板の長辺側の2辺と支持体との隙間が弾性封止剤で封止され、上記金属板と圧電板の他面電極との間に所定の電気信号を入力する

ことにより、振動板をその短辺側の2辺を支点として長さ方向ベンディングモードで屈曲振動させるようにした電気音響変換器を提供する。

【0006】本発明では長方形の振動板の短辺側の2辺を支持体の支持部に固定し、長辺側の2辺と支持体との隙間を弾性封止剤で封止している。金属板と圧電板の他面電極との間に所定の電気信号を入力すると、振動板は長さ方向ベンディングモードで屈曲変形する。すなわち、振動板は支持体に固定された長さ方向両端部を支点として上下に振動し、振動板の長辺側の2辺は弾性封止剤で弾性的に封止されているので、振動板の変位を阻害しない。

【0007】円板状の振動板では、図1の(a)のように、その周縁部が支持体などで固定されるため、最大変位点Pが中心点だけになり、変位体積が小さい。これに対し、長方形の振動板では、図1の(b)に示すように、最大変位点Pが振動板の長さ方向の中心線に沿って存在するので、変位体積が円板状の振動板に比べて大きくなり、音圧を高めることができる。逆に、同一の音圧を得る場合には、長方形の振動板では円板状の振動板に比べて小型化が可能である。

【0008】一般に固定用として用いられるエポキシ系接着剤の場合、硬化後のヤング率は $10^7 \sim 10^8 \text{ N/m}^2$ 程度である。そのため、このような硬い接着剤で振動板の長さ方向両端部を支持体に固定すると、振動板の長さ方向両端部が強く拘束され、変位体積を大きくできない。一方、硬化後のヤング率が $4.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ 未満の柔らかい接着剤で接着すると、振動板全体がいわば自由状態に近い形で振動することとなる。自由状態では、振動板はその長さ方向両端から全長の約 $1/6$ の箇所をノード点として振動するので、変位体積を大きくできない。

【0009】図2は接着剤の硬化後のヤング率と振動板の変位体積との関係を示す図である。なお、振動板の長辺側の2辺は自由状態とした。また、印加される電気信号は非共振領域の電圧信号とした。図2から明らかなように、接着剤の硬化後のヤング率が $4.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ であれば、変位体積が非常に大きいが、 $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ を越えると、変位体積が急激に低下することがわかる。

【0010】そこで、本発明では、振動板の長さ方向両端部を支持体に固定するために使用する接着剤の硬化後のヤング率を $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ としている。振動板は長さ方向両端部を支点として長さ方向ベンディングモードで振動するが、硬化後のヤング率が $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ の接着剤で接着すると、その時の変位体積を両端部を拘束した場合や自由状態の場合に比べて大きくすることができる。したがって、大きな音圧を得ることができる。

【0011】図3は弾性封止剤の硬化後のヤング率と振

動板の変位体積との関係を示す図である。ここでは、振動板の短辺側の2辺を硬化後のヤング率が $4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ と $4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ の2種類の接着剤で固定した。また、印加される電気信号は非共振領域の電圧信号とした。図3から明らかなように、封止剤の硬化後のヤング率が $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下であれば、変位体積が非常に大きい、 $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ を越えると、変位体積が急激に低下することがわかる。なお、封止剤の硬化後のヤング率が $4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ より小さくても、変位体積での変化はない。

【0012】そこで、請求項2では、振動板の幅方向両端部と支持体との隙間を封止する弾性封止剤の硬化後のヤング率を $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下としている。すなわち、弾性封止剤は振動板の表側と裏側の空気の入りを防止するためだけのものであり、振動板の長さ方向ベンディングモードでの変位をできるだけ拘束しない方がよいので、弾性封止剤のヤング率をできるだけ小さくしたものである。なお、接着剤のヤング率を弾性封止剤のヤング率より大きくする方が、長さ方向ベンディングモードで屈曲振動させる場合に、望ましい特性が得られ

る。

【0013】

【発明の実施の形態】図4、図5は本発明を圧電受話器に適用した第1実施例を示す。この圧電受話器は、大略、ユニモルフ型の振動板1と支持体であるケース10とで構成されている。なお、図示しないが、ケース10の上側に適宜カバーを装着し、ケース10とカバーとによって振動板1を覆ってもよい。

【0014】振動板1は、図6に示すように、表裏面に薄膜または厚膜の電極2a、2bを有し、厚み方向に分極処理された長方形の圧電板2と、圧電板2と幅寸法が同一で長さ寸法がやや長い長方形に形成され、圧電板2の裏面電極2bに導電性接着剤などを介して対面接着された金属板3とで構成されている。なお、裏面電極2bを省略し、金属板3を圧電板2の裏面に導電性接着剤などを介して直接接合することで、裏面電極2bを省略してもよい。この実施例では、圧電板2が金属板3に対して長さ方向の一辺側へ偏った位置に接着されており、金属板3の長さ方向の他辺側には金属板3が露出した露出部3aを有する。

【0015】圧電板2としては、例えばPZTなどの圧電セラミックスが用いられる。また、金属板3は良導電性とバネ弾性とを兼ね備えた材料が望ましく、特にヤング率が圧電板2と近い材料が望ましい。そのため、例えばリン青銅、42Niなどが用いられる。なお、金属板3が42Niの場合には、セラミック(PZT等)と熱膨張係数が近いので、より信頼性の高いものが得られる。

【0016】上記振動板1は次のような工程で製造することができる。まず、セラミックグリーンシートから打

ち抜き金型によって矩形の親基板を打ち抜き、この親基板に対して電極形成、分極などの作業を行なった後、親基板を金属板の母板に導電性接着剤などで接着する。そして、接着された親基板と母金属板とをダイサーなどを用いて縦横のカットラインで矩形にカットし、振動板を得る。このように、振動板1を矩形にすることで、材料効率、生産効率がよく、設備コストを削減できるという利点がある。

【0017】上記振動板1は、その周辺部がケース10に支持されている。すなわち、ケース10はセラミックスまたは樹脂などの絶縁性材料で底壁部11と4つの側壁部12、13とを持つ長方形の箱型に形成されている。ケース10を樹脂で構成する場合には、LCP(液晶ポリマー)、SPS(シンジオタクチックポリスチレン)、PPS(ポリフェニレンサルファイド)、エポキシなどの耐熱樹脂が望ましい。なお、底壁部11の中央部には放音孔14が形成されている。

【0018】振動板1はその金属板3が底壁部11と対面するように、振動板1の短辺側の2辺がケース10の短辺側の側壁部(支持部)12に載せられ、接着剤4で固定されている。この接着剤4の硬化後のヤング率は $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ に調整されており、具体的にはウレタン系、シリコン系などの硬化状態で弾性を有する接着剤で構成されている。振動板1の短辺側の2辺をケース10の支持部12に固定した状態で、振動板1の長辺側の2辺とケース10の長辺側の側壁部13との間に隙間6が空いており、この隙間6は弾性封止剤5で封止されている。この弾性封止剤5も、その硬化後のヤング率が $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下の柔軟性を有する材料で構成され、具体的にはシリコンゴムなどの材料が用いられる。上記のように振動板1をケース10に取り付けることで、ケース10と振動板1との間には共鳴室6が形成される。

【0019】金属板3と圧電板2の表面電極2aにはリード線7、8が接続され、これらリード線7、8はケース10の外部へ導出され、矩形波信号または正弦波信号を発生する電源9と接続されている。リード線7、8間に矩形波信号または正弦波信号を印加すると、振動板1はその長さ方向両端部(短辺側の2辺)を支点として長さ方向ベンディングモードで振動する。そして、共鳴室6で共鳴させた上、放音孔14から外部へ音が放出される。

【0020】金属板3と圧電板2の表面電極2aとを外部へ接続する方法としては、上記のようなリード線7、8を用いる方法の他、ケース10に2つの導電部を予め設けておき、金属板3と圧電板2の表面電極2aとをそれぞれ導電ペーストを用いて導電部に接続するようにしてもよい。特に、実施例のように振動板1の長さ方向一端部に金属板3の露出部3aを設け、金属板3をケース10の底壁部11側に向けて固定した場合には、圧電板

2の表面電極2aと金属板3の露出部3aとが上側に露出するので、露出部3aとケース10の導電部との接続、および表面電極2aとケース10の導電部との接続を導電ペーストを用いて簡単に行なうことができる利点がある。

【0021】上記構成の圧電受話器の動作を以下に説明する。リード線7、8の間に周波数信号を印加し、その周波数を変化させてゆくと、図7に示すように周波数変化に伴って音圧が変化する。そして、振動板1の共振周波数 f_1 になると、音圧ピーク P_1 が現れ、この音圧ピーク P_1 より低周波側に、共鳴室6の共鳴による音圧ピーク P_2 が現れる。

【0022】圧電受話器を振動板1の共振周波数以外の非共振領域で使用する場合、接着剤4および弾性封止剤5のヤング率によって、振動板1の変位体積は図2、図3のように変化する。すなわち、接着剤4の硬化後のヤング率を $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ とし、弾性封止剤5の硬化後のヤング率を $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下とすることで、最も大きな変位体積、つまり最大の音圧を得ることができる。しかも、共鳴室6で共鳴させることで、図7のように共振周波数より低周波側に共鳴室6による音圧ピーク P_2 を得ることができるので、全体として高い音圧を広い帯域で得ることができる。圧電受話器として良好な特性を有する。

【0023】図8～図13は本発明を圧電ブザーに適用した第2実施例を示す。この圧電ブザーは、ユニモルフ型の振動板1とキャップ20と基板30とで構成されている。振動板1は、図6と同様の構造よりなり、同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0024】上記振動板1は、裏返しにしたキャップ20の内側に収納されている。すなわち、キャップ20はセラミックスまたは樹脂などの絶縁性材料で上壁部20aと4つの側壁部20bとを持つ箱型に形成され、対向する2つの側壁部20bの内側に振動板1の両端部を支持する段差状の支持部20cが一体に形成されている。なお、支持部20cの支持面はできるだけ小さい方が音圧を向上させ、共振周波数を小さくできる。キャップ20を樹脂で構成する場合には、LCP、SPS、PPS、エポキシなどの耐熱樹脂が望ましい。上壁部20aの中央部には放音孔20dが形成され、対向する2つの側壁部20bの開口縁部には切欠部20eが形成され、残りの1つの側壁部20bの開口縁部には制動孔20fが形成されている。

【0025】振動板1はその金属板3が上壁部20aと対面するように、キャップ20の内部に収納され、振動板1の短辺側の2辺が支持部20cに載せられ、接着剤21で固定されている。この接着剤21にはエポキシ系、ウレタン系、シリコン系などの公知の絶縁性接着剤を用いればよく、その硬化後のヤング率は $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ に調整されている。振動

板1の短辺側の2辺をキャップ20の支持部20cに固定した状態で、振動板1の長辺側の2辺はキャップ20の内面との間に僅かな隙間が空いており、この隙間は弾性封止剤22で封止されている。弾性封止剤22は、その硬化後のヤング率が $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下の柔軟性を有する材料で構成され、具体的にはシリコンゴムなどの弾性材料が用いられる。これにより、振動板1とキャップ20の上壁部20aとの間に音響空間23が形成される。

【0026】上記のように振動板1をキャップ20に固定した後、キャップ20は基板30に接着される。基板30はセラミックスまたは樹脂などの絶縁性材料で長方形平板状に形成され、樹脂で形成する場合にはLCP、SPS、PPS、エポキシ（ガラスエポキシを含む）などの耐熱樹脂が用いられる。基板30の長手方向の両端部には、スルーホール溝31、32を介して表面から裏面へ延びる外部接続用の電極部33、34が形成されている。図11、図12に示すように、キャップ20の対向する2つの切欠部20e、つまり振動板1の両端に位置する金属板3の露出部3aと圧電板2の表面電極2aとの上には導電ペースト35、36が塗布され、これと対向する基板30の電極部33、34の上にも同様の導電ペースト37、38が塗布される。さらにキャップ20の開口縁部または基板30のキャップ接着部に絶縁性接着剤39（図10参照）を転写等により塗布した状態で、キャップ20の開口縁部が基板30上に接着される。このとき、導電ペースト35、37により金属板3の露出部3aと基板30の電極部33とが接続され、導電ペースト36、38により圧電板2の表面電極2aと基板30の電極部34とが接続される。この状態で導電ペースト35～38および絶縁性接着剤39を加熱硬化または自然硬化させることで、表面実装型の圧電音響部品が完成する。

【0027】上記基板30に設けられた電極部33、34間に所定の周波数信号（交流信号または矩形波信号）を印加すれば、振動板1の長さ方向両端部がキャップ20の支持部20cに固定され、振動板1の幅方向両端部が弾性封止剤22で弾性変位自在に保持されているので、振動板1は長さ方向両端部を支点として長さベンディングモードで振動し、所定のブザー音を発生することができる。ブザー音はキャップ20の放音孔20dから外部へ放出される。

【0028】上記実施例では、振動板1の金属板3をキャップ20の上壁部20a側に向けて固定してある。その理由は、基板30に対して圧電板2の表面電極2aと金属板3の露出部3aとが対面するので、表面電極2aと電極部34との接続、露出部3aと電極部33との接続を導電ペースト35～38を用いて簡単に行なうことができるからである。なお、上記説明では、接続を確実にを行うため、キャップ20と基板30の両方に導電ペー

スト35〜38を塗布したが、一方側のみ導電ペーストを塗布してもよいことは勿論である。

【0029】また、この実施例では、弾性封止剤22を振動板1の長辺側の2辺だけでなく、短辺側の2辺にも塗布してある(図11参照)。その第1の理由は、後述するように圧電板2の表面電極2aを基板30の電極部34に導電性接着剤36、38で接続する際、この接着剤36が金属板3にも付着して短絡する恐れがあるため、弾性封止剤22によって金属板3の周囲縁部に絶縁膜を形成しておき、短絡を防止するためである。第2の理由は、振動板1の全周を弾性封止剤22で封止することにより、振動板1の表側と裏側との間の空気漏れを防止するためである。

【0030】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更が可能である。図4、図5では、箱型のケースの側壁部上面に振動板を固定したが、振動板の固定の仕方および支持体の構造は任意であり、例えば平板状の基板の上に振動板を固定するようにしてもよい。また、1個のケースを複数の仕切壁で仕切り、これら仕切壁で仕切られた各空間にそれぞれ振動板を取り付けるようにしてもよい。さらに、振動板として長手方向の一端側に金属板が露出した部分を有する例を示したが、例えば金属板の全面に圧電板が接着された構造の振動板(図1の(b)参照)であってもよい。上記実施例では、金属板の片面に圧電セラミック板を貼り付けたユニモルフ型振動板について説明したが、金属板の両面に圧電セラミック板を貼り付けたバイモルフ型振動板を用いてもよい。

【0031】本発明は、共振領域においても図2、図3と同様な特性を得ることができるので、圧電受話器、圧電サウンダ、圧電スピーカなどの非共振領域で使用する電気音響変換器のほか、圧電ブザーなどの共振領域で使用する電気音響変換器にも適用できる。

【0032】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、請求項1に記載の発明によれば、長方形の振動板の短辺側の2辺を支持部に対して接着剤で固定し、振動板の長辺側の2辺と支持体との隙間を弾性封止剤で封止し、振動板をその短辺側の2辺を支点として長さ方向ベンディングモードで屈曲振動させるようにしたので、従来のような円板状振動板に比べて変位体積を大きくできる。特に、振動板の短辺側の2辺を固定する接着剤の硬化後のヤング率

が $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ であるため、さらに大きな変位体積を得ることができ、高い音圧の電気音響変換器を得ることができる。また、同一の音圧を得る場合には、長方形の振動板では円板状の振動板に比べて小型化が可能である。

【0033】請求項2に記載の発明によれば、弾性封止剤の硬化後のヤング率を $5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 以下とすることで、接着剤の硬化後のヤング率を $4.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ とすることと相俟って、最大の変位体積を得ることができ、音響変換効率に優れた電気音響変換器を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】円形の振動板と長方形の振動板の変位を示す比較図である。

【図2】接着剤の硬化後のヤング率と長方形の振動板の変位体積との関係を示す図である。

【図3】封止剤の硬化後のヤング率と長方形の振動板の変位体積との関係を示す図である。

【図4】本発明にかかる電気音響変換器の第1実施例の斜視図である。

【図5】図4に示す電気音響変換器の断面図である。

【図6】図4に示す電気音響変換器に使用される振動板の斜視図である。

【図7】図4に示す電気音響変換器の音圧特性である。

【図8】本発明にかかる電気音響変換器の第2実施例の斜視図である。

【図9】図8のX-X線断面図である。

【図10】図8のY-Y線断面図である。

【図11】キャップと振動板とを裏面側から見た分解斜視図である。

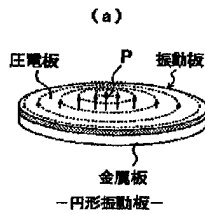
【図12】キャップと振動板の組付状態の裏面側から見た斜視図である。

【図13】キャップと基板との分解斜視図である。

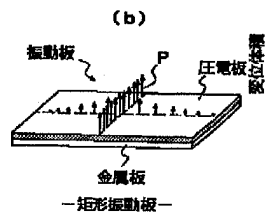
【符号の説明】

- | | |
|----|----------|
| 1 | 振動板 |
| 2 | 圧電セラミック板 |
| 2a | 表面電極 |
| 3 | 金属板 |
| 4 | 接着剤 |
| 5 | 封止剤 |
| 10 | ケース(支持体) |
| 12 | 側壁部(支持部) |

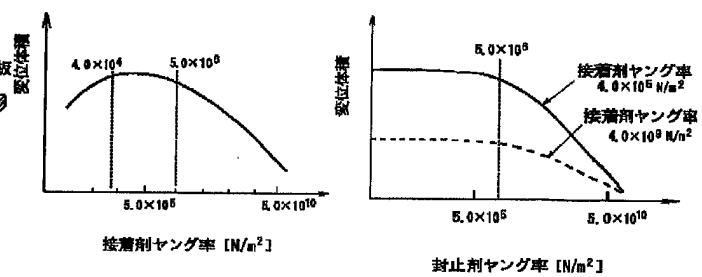
【図1】



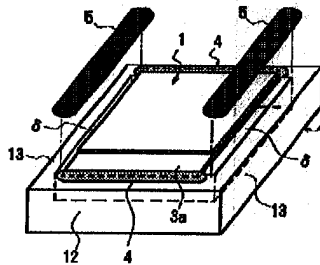
【図2】



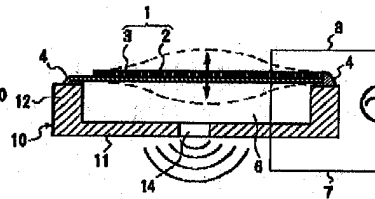
【図3】



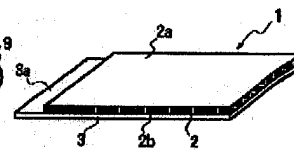
【図4】



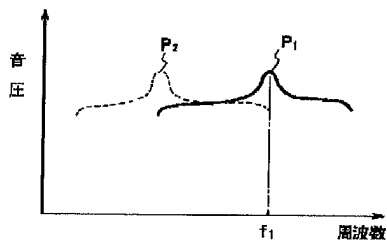
【図5】



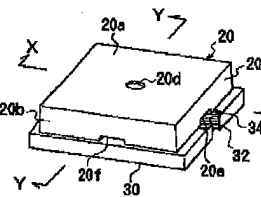
【図6】



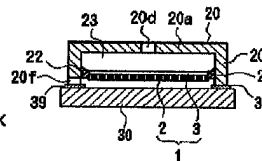
【図7】



【図8】

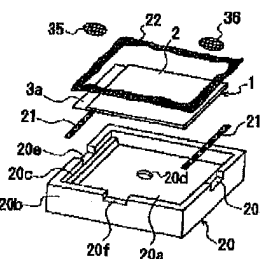


【図10】

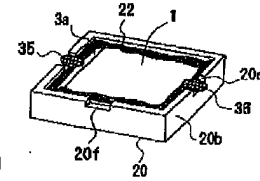


【図12】

【図11】



【図13】



【図9】

